

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

DARLYSON HÉCLITON SILVA SANTOS

**UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA MICROGERAÇÃO
FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL**

João Pessoa

2017

DARLYSON HÉCLITON SILVA SANTOS

**UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA MICROGERAÇÃO
FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Economia.

Orientadora: Profa. Márcia Cristina Silva Paixão.

João Pessoa

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237u Santos, Darlyson.

UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA
MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL / Darlyson Santos. –
João Pessoa, 2017.
42f.: il.

Orientador(a): Prof^ª Dr.^a Márcia Cristina Silva Paixão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Econômicas) – UFPB/CCSA.

1. Energia Fotovoltaica. 2. Meio ambiente. 3. Payback. I. Título.

UFPB/CCSA/BS

CDU:33(043.2)

Gerada pelo Catalogar - Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do
CCSA/UFPB, com os dados fornecidos pelo autor(a)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

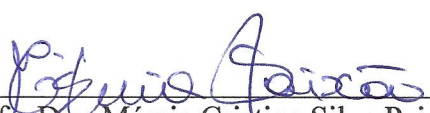
AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Comunicamos à Coordenação do Curso de Graduação em Ciências Econômicas (Bacharelado) que o trabalho de conclusão de curso (TCC) do aluno **Darlyson Hécliton Silva Santos** -Matrícula **11223485**, intitulado **Um estudo sobre a viabilidade econômica da microgeração fotovoltaica residencial**, foi submetido à apreciação da Comissão Examinadora, composta pelos Professores Ana Claudia de Queiroz Lira e Adriano Firmino Valdevino de Araújo, no dia 29/11/2017, às 8h, no período letivo 2017.1

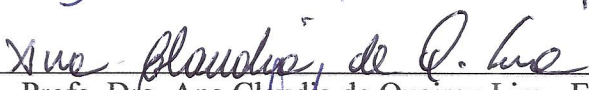
O TCC foi APROVADO pela Comissão Examinadora e obteve nota 80 oit.

Reformulações sugeridas: Sim () Não ()

Atenciosamente,



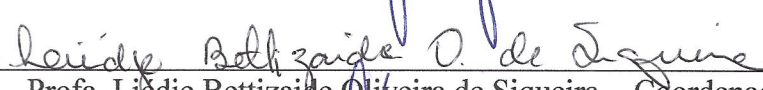
Prof. Dra. Márcia Cristina Silva Paixão - Orientadora



Prof. Dra. Ana Claudia de Queiroz Lira - Examinadora



Prof. Dr. Adriano Firmino Valdevino de Araújo – Examinador



Prof. Lidje Bettizaide Oliveira de Siqueira - Coordenadora de TCC

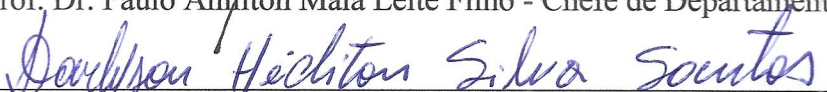


Prof. Dr. Adriano Firmino Valdevino de Araújo - Coordenador de Graduação



Prof. Dr. Paulo Amilton Maia Leite Filho - Chefe de Departamento

Ciente:



Darlyson Hécliton Silva Santos - Aluno

RESUMO

O cenário de energia fotovoltaica começa a ganhar destaque no Brasil tendo em vista seus altos níveis de exposição solar e o preço elevado da energia elétrica. Esse cenário corrobora estudos voltados para a disseminação dessa inovadora forma de produção de energia, sua importância para o meio ambiente ao reduzir impactos negativos para a presente e futuras gerações, além da vantagem de possibilitar autonomia ao produtor e, conseqüentemente, redução dos gastos com energia no longo prazo. O presente trabalho resulta de uma pesquisa exploratória com o objetivo de investigar a viabilidade econômica da produção de energia residencial através do dimensionamento de um sistema solar de compensação conectado à rede de distribuição convencional. Utilizou-se como referência básica um sistema fotovoltaico residencial semelhante ao estudado por Lossio (2015) e foram utilizados os dados de consumo elétrico de uma moradia típica localizada no Centro de Santa Terezinha-PE. Também foi necessária uma pesquisa de mercado com o objetivo de delinear os componentes do sistema, tendo por critérios a durabilidade e o melhor preço, para então os mostrar resultados referentes ao retorno do capital investido através dos métodos payback descontado, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR). Constatou-se resultados satisfatórios de reembolso do capital investido, assim como a confirmação da viabilidade do investimento com taxa de retorno superior à taxa mínima de atratividade (TMA) considerada. Também foi possível identificar maior abertura legal e financeira no país à medida que o governo e a sociedade se mostram interessados no desenvolvimento de novos projetos para a geração de energia por captação solar residencial.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica. Meio ambiente. Payback.

ABSTRACT

The photovoltaic energy scenario begins to gain prominence in Brazil in view of its high levels of solar exposure and the high price of electric energy. This scenario corroborates studies aimed at the dissemination of this innovative form of energy production, its importance for the environment by reducing negative impacts for the present and future generations, besides the advantage of allowing autonomy to the producer and, consequently, reduction of energy expenditures in the long term. The present work results from an exploratory research with the objective of showing the economic feasibility of residential production through the design of a solar compensation system connected to the conventional distribution network. It was used as a basic reference a residential photovoltaic system similar to that studied by Lossio (2015) and the electrical consumption data of a typical residence located in the downtown area of Santa Terezinha-PE. A market research was also necessary to delineate the components of the system, based on criteria for durability and the best price, and then to show results related to the return on invested capital through discounted payback, net present value (NPV) and internal rate of return (IRR). Satisfactory results of the return of the invested capital were verified, as well as a confirmation of the viability of the investment with a rate of return higher than the minimum attractiveness rate (TMA) considered. It was also possible to identify greater legal and financial opening in the Brazil as the government and society are interested in the development of new projects for the generation of energy by residential solar capture.

Keywords: Photovoltaic energy. Environment. Payback.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Informações utilizadas na avaliação de viabilidade econômica do sistema fotovoltaico	17
Quadro 2 - Componentes do sistema, empresa vendedora e preço unitário	17
Quadro 3 - Radiação solar diária média em KWh/m ²	20
Quadro 4 - Informações do comportamento da radiação mensal do Brasil.....	22
Quadro 5 - Ilustrações dos componentes fotovoltaicos considerados no estudo.....	25
Quadro 6 - Dimensionamento de um sistema fotovoltaico	27
Quadro 7 - Preços dos componentes e preço total do sistema FV considerado	28
Quadro 8 - Demonstração do payback em anos (R\$)	29
Quadro 9 - Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.....	30
Quadro 10 - Empresas ofertantes e linhas de crédito para geração fotovoltaica	33
Quadro 11 - Dados técnicos dos painéis FV.....	40
Quadro 12 - Dados técnicos do inversor	40
Quadro 13 - Dados técnicos do quadro elétrico	41
Quadro 14 - Resultados da pesquisa de mercado	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVO GERAL.....	9
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2	ASPECTOS TEÓRICOS E REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	ASPECTOS TEÓRICOS.....	10
2.2	REVISÃO DA LITERATURA	13
3	METODOLOGIA	16
4	PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MICROGERAÇÃO FOTVOLTAICA	19
4.1	RELEVÂNCIA AMBIENTAL E POTENCIAL DE PRODUÇÃO	19
4.2	COMPONENTES DO SISTEMA.....	23
4.2.1	Painel solar	23
4.2.2	Inversor.....	23
4.2.3	Quadro elétrico geral	23
4.2.4	Cabos, fios elétricos.....	24
4.2.5	Suporte metálico	24
4.2.6	Mão de obra	24
4.3	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	25
4.4	PAYBACK DESCONTADO, VPL E TIR	27
4.5	AValiação DOS RESULTADOS DO PAYBACK	31
4.6	OFERTAS BANCÁRIAS DE FINANCIAMENTO.....	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS	35
	ANEXO A – DADOS TÉCNICOS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA FOTVOLTAICO	40
	ANEXO B – DIMENSIONAMENTO NEO SOLAR.....	42
	ANEXO C – PESQUISA DE MERCADO	43

1 INTRODUÇÃO

Segundo D'avignon (2010), a importância da gestão ambiental, empreendimento energético e inovação se encontram intimamente ligados e contribuem para alívio dos impactos ambientais. O desenvolvimento tecnológico adequado é abordado pelo autor como forma de substituir os antigos meios de geração de energia insustentável, e contribui para o desenvolvimento de novos paradigmas sustentáveis.

O Brasil é um país tropical e possui elevada exposição solar. A geração de energia fotovoltaica vem crescendo e Cabral, Torres, Senna (2013) chamam atenção para a produção alemã de energia solar, mesmo com radiação menor que a do Brasil. Demonstrando assim, o potencial dos recursos naturais brasileiros como também da produção de energia nesse setor. Brehm (2014), por sua vez, faz uma importante ressalva dizendo que a energia disponibilizada à humanidade, em essência, é proveniente do sol.

Lossio (2015) destaca o potencial da produção de energia fotovoltaica como possibilidade de maior geração elétrica com menor impacto ambiental.

A produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis é viável no Brasil. O Decreto nº 5.163, de julho de 2004, normatiza a comercialização de energia, dando concessão para a produção de energia elétrica (BRASIL, 2004). A Resolução nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) determina as regras para acesso à micro e à mini geração distribuída (ANEEL, 2012).

A Resolução nº 687 de 2015 complementa a anterior, incluindo novas regras que permitem a utilização de qualquer fonte renovável incluindo a cogeração de energia, e faz a seguinte classificação: minigeração com produção de até 75 quilowatts (KW); microgeração, se acima de 75 KW até 5 Megawatt (MW), ligada na rede de distribuição (ANEEL, 2015).

A produção de energia poderá ser consumida na fonte, e o excedente, disponibilizado na rede elétrica podendo gerar créditos que, através de um sistema de compensação ao final do mês, se possa equilibrar o produzido pelo consumido e o produtor pagar apenas a diferença em caso de consumo maior que a produção. Caso contrário, fica com crédito para usar em até 60 meses ou, se preferir, utiliza como redução de consumo de outros imóveis do mesmo titular (ANEEL, 2015).

Partindo desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo investigar a viabilidade econômica da microgeração de energia fotovoltaica para atender o consumo individual residencial, o que Moraes (2013) chama de processo de geração de energia renovável distribuída.

Mais especificamente, será apresentado no trabalho um cálculo que ilustrará o comportamento de um investimento individual para a microgeração distribuída no Brasil. O objetivo é discutir se o sistema de Geração Distribuída, (GD) de energia, mais especificamente no caso de geração individual, apresenta vantagens relevantes quanto ao tempo necessário para o retorno do investimento. Também serão discutidos benefícios institucionais e ambientais proporcionados por essa nova forma de geração de energia.

A justificativa para o estudo consiste na importância da (GD) economizando investimentos com redes de transmissão, diminuição de perdas de energia na transmissão que segundo ANEEL, estas chegam a 4% do valor total onde 2% desses custos recaem sobre o consumidor e o restante para a Usina geradora.

O sistema fotovoltaico oferece estabilidade do serviço eliminando perdas. Também é percebido o aumento da produção de energia através do uso de fontes renováveis e abundantes e a geração individual de energia solar apresenta um grande potencial individual e coletivo.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é investigar os benefícios econômicos e socioambientais de se produzir energia elétrica para o consumo individual residencial por meio da microgeração distribuída fotovoltaica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar o potencial de produção de energia elétrica residencial a partir de painéis fotovoltaicos.
- b) Estimar a viabilidade econômica de um projeto de energia fotovoltaica residencial.
- c) Identificar os benefícios socioambientais dessa produção.

2 ASPECTOS TEÓRICOS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS TEÓRICOS

Jardim (2001) diz que é possível diminuir as chances de crise energética no Brasil através da exploração de outros recursos abundantes como é o caso da incidência solar que favorece o país. A luz solar oferece a possibilidade de atender à crescente demanda por energia nas décadas seguintes.

O atual trabalho, defende a importância do desenvolvimento do processo inovador na geração de energia fotovoltaica de forma distribuída e faz um estudo de caso que busca comprovar a viabilidade econômica de um investimento para a microgeração fotovoltaica com base nas especificações presentes nas Resoluções citadas.

Rezende (2008) traz uma discussão acerca do crédito de carbono como resposta a um conjunto de desafios enfrentado pelo planeta referente ao uso desenfreado de recursos naturais na busca pela manutenção de um crescimento agressivo na produção iniciada com a revolução industrial. Diante de tantos problemas ambientais que contribuem para a geração de um fenômeno chamado aquecimento global; medidas climáticas foram discutidas em Kyoto no ano de 1997, chegando a um acordo de redução de emissão de poluentes e um mercado para carbono.

O autor chama atenção para o setor energético que produz toneladas de gases nocivos a camada de Ozônio, e por isso o Brasil se destaca como grande gerador de créditos de carbono nesse segmento pois a sua base de geração de energia é renovável.

A microgeração de energia fotovoltaica se encaixa perfeitamente nesse contexto visto pela ótica da necessidade de elaboração de políticas que possibilitem um crescimento sustentável, a mesma apresenta grande potencial se estimulada a produção em larga escala que proporciona benefícios individuais sob forma de redução de despesas com eletricidade, e coletivos pois a produção de energia respeita o meio ambiente.

A intensificação do uso de energia puxada pelo avanço da indústria motivada por possibilidades de lucros maiores com a inserção das máquinas na produção, causa a reestruturação do meio de produção intensificando as técnicas e eficiência do trabalho humano.

D'avignon (2010) trata a importância da unificação entre a Gestão ambiental e do desenvolvimento tecnológico de modo que se encontram intimamente ligados na substituição dos antigos meios de geração de energia insustentável contribuindo com o desenvolvimento sustentável.

As tecnologias limpas proporcionam a geração de energia alternativa e menos ofensiva ao planeta, ao contrário da matriz energética mundial atual que produz muita poluição. Mas, essas novas tecnologias limpas *per se* não são suficientes para oferecer uma mudança no cenário de danos já sofridos; é indispensável que haja alterações substanciais na matriz energética atual sob a forma de produção limpa de energia.

O início do processo de modificação da base de geração energética deve ser entendido como um importante passo, substituindo a antiga geração de energia por uma nova geração com base em fontes alternativas e renováveis que atenda às necessidades da demanda energética e a redução dos efeitos nocivos oriundos da antiga base energética. E como forma de incentivo o autor apresenta como ideia a utilização dos fundos acumulados por empresas de carbono que poderiam ser usados para a transição do modo de geração arcaico para o novo e ambientalmente saudável.

Nas palavras de D'avingnon (2010, p.225) “O capitalismo industrial representa, portanto, uma ruptura radical com os sistemas energéticos conhecidos pela humanidade...”. É importante salientar que ocorreram preciosos avanços tecnológicos, no entanto busca-se discutir a geração e uso de energia oriunda de fontes sustentáveis.

Schumpeter (1984) *apud* D'avignon (2010), observa a importância da inovação tecnológica, mas não discute as consequências do empreendedorismo humano no meio ambiente. Apenas vê como essencial o processo de evolução que se daria por desenvolvimentos de novos arranjos de produção e evolução da economia.

É significativo saber quais fatores de fato definem o desenvolvimento dos modelos energéticos sustentáveis. Portanto, entender o crescimento evolutivo da inovação é de extrema importância para desenvolver tecnologias mais limpas, sendo assim a produção de energia a partir de fontes renováveis se mostram adequadas para atender as novas necessidades que afloram com a sustentabilidade.

Para Nelson e Winter (1977, 1982) *apud* D'avignon (2010), a evolução humana explicada pelo neodarwinismo como um componente intrínseco e superior de nossa espécie como forma de adaptação ao meio seletivo para as empresas energéticas veem a criação e disseminação de novas oportunidades.

O processo inovativo deve ser observado como progressivo ao longo do tempo e impulsionado por novas ideias e novas necessidades que deixa claro a dinâmica da evolução.

Os autores trazem uma visão generalizada de “novidade”, como a busca por novos processos e arranjos institucionais, e a confiança no processo técnico é uma forte característica da inovação.

A evolução da criação de energia para transporte teve seus desenvolvimentos como o motor a vapor, seguido pelo motor de combustão interna que diminuiu a emissão de gases poluentes, mas não se mostra suficiente dada a intensidade do seu uso. É observada a grosso modo uma mudança dos resíduos deixados por cavalos aos resíduos deixados pelo carro a combustão, e estes em maior uso causando danos nocivos ao planeta.

A inovação apresenta dois lados; o bônus e o ônus, por um lado grande parcela da humanidade tem acesso a produtos que antes não tinham, por exemplo, uma máquina que barateia o custo de produção possibilitando o aumento da oferta e com isso a queda dos preços; e por outro, aumento da poluição e redução da qualidade da saúde do meio natural a longo prazo.

D'avignon (2010) instiga a percepção de um retrato contemporâneo onde os numerosos avanços outorgam desconforto ao meio ambiente sendo necessário discutir e investir tempo e recursos em novas pesquisas e tecnologias sustentáveis caracterizando uma mudança de paradigmas onde se percebe a importância da responsabilidade com as gerações futuras.

O autor observa no Brasil particularidades no tocante a produção de energia renovável, de fonte hídrica e de fontes complementares intimamente ligadas a subsídios, como é o caso da energia eólica que teve crescimento de cerca de 27% em 2007. No entanto, o Brasil apresenta uma séria restrição que é a grande ocupação de áreas por represas.

O mundo passa por um grande avanço no quesito tecnologia geradora de energia, os problemas ambientais conseguiram unificar as questões globais para a produção de energia que segundo o autor, usa: biomassa, biocombustíveis, gaseificação, geração distribuída, solar térmica, fotovoltaica, eólica, marés e correntes entre outras.

A opção seria explorar os recursos renováveis e utilizar de maneira racionalizada a produção de energia por mecanismos fósseis. Os esforços devem estar centrados no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.

A geração de energia solar é uma das maneiras pelas quais a tecnologia verde tem se desenvolvido e se mostrado viável por depender de uma fonte inesgotável, o sol.

Se vive um debate sobre a base da energia poluente, e traz à tona a preocupação com a sustentabilidade e responsabilidade com as gerações por vir, e corrobora Lossio (2015) salientando a importância de exploração de energias renováveis.

O contexto brasileiro, apesar de apresentar produção substancial de energia renovável, também refletindo uma preocupação com o meio ambiente, não está sendo suficiente para atender a demanda existente, o que se reflete diretamente no preço da energia elétrica.

Martins (2015) chamando atenção para a alta demanda energética mundial e o custo de levar a energia produzida até o consumidor final. Seu trabalho mostra a importância da (GD) e as tendências mundiais referentes à produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis e comenta sobre os entraves e potencial desse novo seguimento no Brasil.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

A humanidade recebe benefícios diretos ou indiretos da energia, a qualidade de vida se mostra intimamente ligada ao acesso energético mostrando assim a relevância da utilização de políticas que incentivem e viabilizem a sustentabilidade do setor.

Jardim (2007) enfatiza os benefícios ambientais que a geração de energia fotovoltaica (FV) proporciona e salienta a importância da diversificação da matriz energética brasileira.

Discute ainda a penetração da energia fotovoltaica como novo horizonte, não precisando passar por racionamentos ou tarifas abusivas. Sua metodologia é baseada no fator efetivo de capacidade e busca mostrar o melhor alimentador visando à eficiência do projeto.

Trigoso, Quaglia e Moraes (2010) enriquecem a discussão apontando as barreiras sofridas como técnicas; tecnológicas; econômicas; comerciais; regulatórias; institucionais; culturais e ideológicas. A metodologia utilizada parte da análise de projetos implementados e da legislação existente lembrando o trabalho de Silva (2015). No entanto, o trabalho é destinado ao meio rural com baixo consumo elétrico e distantes das redes convencionais.

Brehm (2014) corrobora dizendo que a abundância de luz solar para a humanidade é uma alternativa viável para atender a demanda existente por eletricidade, e chama a tecnologia fotovoltaica de estado sólido por converter energia luminosa em elétrica sem o uso de partes móveis.

O autor aponta como benefício o consumo de energia “sem perdas” de transporte convencionais ocorridas da concessionária até a casa do consumidor pois este acontece no local de produção. Além da possibilidade de famílias e comércio participarem do sistema de geração de energia produzindo o necessário para o consumo.

A metodologia utilizada por Brehm (2014) foi uma análise de dados fornecidos pela Companhia Paranaense de Energia acerca de pedidos para geração distribuída no estado e discutir a situação da geração de energia fotovoltaica distribuída.

Nakabayashi (2014) associa a atividade da microgeração de energia às elevadas tarifas de consumo de energia elétrica convencional uma vez que o custo evitado se torna benefício.

O cenário brasileiro corrobora com o crescimento da microgeração distribuída fotovoltaica pela incidência solar e alto preço cobrado pelo MW consumido e não expõe o consumidor a variações bruscas na tarifa energética.

Sua metodologia consiste em avaliar a viabilidade de um empreendimento para a microgeração de energia distribuída com base na incidência solar e nos investimentos necessários para realizar o mesmo. E conclui mostrando o trabalho como alternativa viável para a realidade brasileira.

Lossio (2015) aborda a exploração dos recursos energéticos renováveis considerando os problemas sofrido pelo meio ambiente e a percepção de escassez futura dos recursos não renováveis. Afirma que a produção renovável ocupa grande parcela, 46%, da matriz energética brasileira e apresenta grande potencial solar a ser explorado por se tratar de um país tropical com grande incidência solar durante o ano inteiro.

Nesse sentido o autor discute uma proposta de produção de energia elétrica fotovoltaica, conectada à rede na região do Lago Sul, Brasília DF considerando a viabilidade econômica e os gastos envolvidos como custo do equipamento e mão de obra para instalação.

Para comprovar a viabilidade econômica, Lossio (2015) apresenta uma metodologia que consiste num estudo quantitativo com técnicas estatísticas, e a escolha dos indicadores tem como objetivo calcular o custo do sistema fotovoltaico completo. Por meio dessa abordagem, vem a comprovar a viabilidade financeira de se investir na criação de energia de forma individual, mas por apresentar um retorno muito lento, sua análise é apoiada em Payback e no VPL.

O autor salienta a necessidade de políticas de incentivo governamental, que se bem implementadas, possibilitariam benefícios para a matriz de produção convencional de energia brasileira trazendo estabilidade e segurança, além de redução dos preços e tarifas cobrados.

Silva (2015) chama atenção para os incentivos necessários que oferecem suporte ao crescimento da geração de energia fotovoltaica. Parte da importância do auxílio do Poder Legislativo brasileiro como forma de encorajar o desenvolvimento da microgeração de energia solar distribuída. O crescimento da geração fotovoltaica está relacionado ao comprometimento governamental para sua disseminação no território.

A viabilidade da produção de energia por meio do sol é tratada por Silva (2015) sob a ótica de incidência solar do território brasileiro que se mostra apto para tal e é analisada nas vertentes da geração centralizada e da geração distribuída. No entanto, um entrave seria a tributação ainda elevada no setor.

O autor apresenta uma metodologia sob a forma de esclarecimento das vantagens do setor e os passos do legislativo brasileiro sobre o tema. Concluiu sua análise se mostrando otimista, na futura eficiência da geração fotovoltaica, pela queda substancial observada nos preços de painéis solares e no avanço do uso da geração fotovoltaica distribuída como também a centralizada.

Martins (2015) chama atenção para a geração distribuída no setor energético brasileiro influenciado pela posição favorável às políticas energéticas através da resolução 482 de 2012 da ANEEL tornando possível a geração descentralizada de energia conectada à rede possibilitando para a descentralização da produção de energética.

Seu trabalho tem por objetivo apresentar formas de incentivo à GD discutindo as principais barreiras e apresentando tarifas referentes a formas de financiamentos públicos com auxílio do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e recursos privados como o Fundo Solar¹. Sua pesquisa apresenta-se como exploratória observando o comportamento internacional e brasileiro referente a GD.

O presente trabalho apresentará um estudo de caso similar ao de Lossio (2015). No entanto, serão utilizados dados de incidência solar de Santa Terezinha-PE. A intenção é também divulgar a tecnologia da microgeração fotovoltaica como alternativa de uso popular, já utilizada em alguns países, como fonte viável de produção energética limpa com benefícios econômicos e ambientais.

O Brasil se mostra forte candidato para o crescimento da produção de energia fotovoltaica individual de forma distribuída por possuir alta incidência solar em seu território observados nos quadros 3 e 4, além da queda do preço dos componentes que compõem o sistema pela redução de imposto de importação pelo projeto de número 8.322 de 2014 demonstrando o compromisso com a energia FV. (Câmara, 2014)

¹ O Fundo Solar é uma iniciativa do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Instituto Ideal). Apoia a instalação de sistemas solares de até 5KW. Maiores informações em: <<http://americadosol.org/fundosolar/>>.

3 METODOLOGIA

Por tratar de um segmento produtivo novo no País, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória. Será feita uma avaliação da viabilidade econômica e, como referência, será adotado um sistema fotovoltaico residencial semelhante ao estudado por Lossio (2015).

Também como referência será tomada uma moradia residencial típica localizada no Centro de Santa Terezinha-PE. Localizada na macrorregião do sertão Pernambucano e na microrregião do Pajeú, essa cidade faz fronteira ao Norte com o estado da Paraíba e Brejinho, ao Sul com Tabira e São José do Egito, ao Leste São José do Egito, ao Oeste com Tabira. Tem por posição geográfica $-7^{\circ} 2740.8$ de latitude $-37^{\circ} 2848.7$ de longitude (IBGE, 2013).

É importante destacar algumas fontes dos dados utilizados: a Neo Solar, uma empresa especializada na venda de equipamentos do sistema fotovoltaico e localizada em Paraíso no Estado de São Paulo. Também, a Minha Casa Solar, empresa de Belo Horizonte voltada para vendas de produtos e sistemas completos, assim como a SS Solar, empresa localizada em Vila Leopoldina no Estado de São Paulo, e a NG elétrica, especialista em cabos e fios.

Precisamente, foi realizada uma pesquisa de mercado para a seleção dos itens do sistema tendo como parâmetro a qualidade do equipamento com enfoque na sua durabilidade, a fim de atender o projeto no quesito dimensionado e funcionamento prolongado, levando em consideração o melhor preço refletindo as melhores escolhas dentre as disponíveis, observando-se também a confiança do mercado no produto e no produtor.

A Companhia de Energia de Pernambuco (Celpe) foi também uma fonte de dados, através de uma conta de luz, sobre o consumo em KW/h necessários para o dimensionamento do sistema.

O Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB) divulga dados de irradiação solar no município em estudo, possibilitando o desenvolvimento de projetos assim como a promoção de conhecimentos afins. A localização geográfica revela a exposição solar da área de interesse e orienta a escolha do número adequado de placas fotovoltaicas alinhado aos dados de consumo da residência em questão, disponibilizados pela Celpe, e a capacidade de produção individual de cada painel fotovoltaico. O Anexo A apresenta dados técnicos desse painel.

O Quadro 1 detalha informações utilizadas no processo de dimensionamento de um sistema FV. Também foram considerados dados de mão de obra e tempo de uso como será discutido adiante.

Quadro 1 - Informações utilizadas na avaliação de viabilidade econômica do sistema fotovoltaico

Nome do indicador	Medida utilizada	Fonte
Incidência solar regional	Localização geográfica	CRESESB
Consumo residencial médio de energia	KW	Celpe
Contagem de painéis	Capacidade de produção individual em KW	Neo Solar
Despesa com mão de obra	Preço de instalação	Pesquisa de mercado
Vida útil do sistema	Tempo médio de uso	Neo Solar

Fonte. Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa (2017).

O Quadro 2 oferece informações dos itens do sistema considerados, onde foram encontrados e o preço no dia da pesquisa. Informações complementares são apresentadas na seção 4.2.

Quadro 2 - Componente do sistema, empresa vendedora e preço unitário

Nome	Fonte	Preço (R\$)
Painel solar	Minha Casa Solar	525,45
Inversor	Neo Solar	4.717,44
Quadro elétrico geral	Minha Casa Solar	1.238,40
Suporte metálico	Mercado Livre	14,89
Mão de obra, fios e burocracia	Pesquisa de mercado	30% do valor do sistema

Fonte. Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa (2017).

A avaliação da viabilidade econômica será feita através do cálculo do Payback descontado considerando o investimento inicial e o tempo de retorno do capital investido. Esse método possibilita a investigação do nível de risco do empreendimento em questão.

Assaf (2014) apresenta o Payback descontado como uma maneira de adicionar o valor presente no tempo para todos os fluxos de caixa. Nesse sentido, será utilizada uma taxa mínima de atratividade nominal (TMA) de 9,71% ao ano, referente a um Fundo de Investimento oferecido pelo Banco do Brasil. O objetivo do uso dessa taxa é mensurar a remuneração do capital durante o tempo de retorno que será expresso em um fluxo de caixa que assume como

investimento inicial o valor do sistema fotovoltaico e o retorno como o reembolso dos recursos financeiros aplicados via parcelas mensais que antes eram pagamentos de contas de luz.

Também serão calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

4 PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MICROGERAÇÃO FOTVOLTAICA

4.1 RELEVÂNCIA AMBIENTAL E POTENCIAL DE PRODUÇÃO

Diante do desafio vivido no Brasil referente a oferta de energia limpa, o seguimento fotovoltaico abordado pelo trabalho possibilita satisfazer a crescente demanda energética oferecendo dados técnicos para comprovar a viabilidade econômica do sistema solar residencial, buscando influenciar mais pessoas a participarem desse novo seguimento.

Inatomi e Udaeta (2007) chamam atenção para a gravidade da questão que circunda os debates de produção de energia e seus impactos ambientais, mostrando a importância do planejamento dos recursos para atingir determinados objetivos a fim de diminuir ao máximo os impactos promovidos pelo desenvolvimento populacional no setor de energia elétrica.

Os autores discutem o dever com as novas gerações através da sustentabilidade pela responsabilidade do uso de recursos naturais possibilitando a qualidade de vida das gerações futuras através de soluções energéticas.

O estudo aponta para atenção outorgada à oferta de energia elétrica ao longo dos anos. No entanto, verifica-se entre as fontes geradoras de energia elétrica de maior expressão produtiva, pouco ou nenhum compromisso com o ecossistema e com as futuras gerações. A produção fotovoltaica chama atenção pelo baixo impacto ambiental e relevante tempo de uso de seus componentes.

Cabral e Vieira (2012) vêm reforçar discutindo a necessidade do uso racional de energia assim como sua produção. Diante disso, a produção de energia pela incidência solar apresenta-se como alternativa viável nas esferas ambientais e econômicas por se tratar de um sistema que conta com uma fonte renovável e pela vida útil do equipamento de transformação de luz solar em energia elétrica.

Sob a ótica ambiental, o desenvolvimento de energia pelo sistema em questão traz grandes benefícios para o ecossistema considerando os meios de produção de energia elétrica conhecidos, este é um dos que menos apresenta agressão ao meio. Considerando que a demanda por energia elétrica dada sua importância precisa ser sanada, a produção em questão apresenta-se como alternativa viável do ponto de vista ecológico.

Pela visão econômica, se mostra um investimento seguro com benefícios consideráveis por possibilitar uso de energia com menor custo financeiro por um período considerável, pois os componentes demandam pouca manutenção e apresentam o benefício de elevada vida útil.

A ideia de adquirir o sistema sob medida de produção de energia atendendo ao consumo elétrico do imóvel em particular e disfrutar de parcelas que antes quitavam contas mensais de luz da empresa distribuidora de energia para financiar o sistema de geração de energia discutido, abre grande leque de oportunidades para que mais pessoas possam adquirir esse produto inovador e ainda pouco difundido no Brasil.

Observa-se também uma externalidade positiva reduzindo significativamente as perdas na transmissão de energia que ocorre entre a produção e o consumo. Entre outros incentivos, a legislação brasileira se flexibilizou mais entendendo a necessidade da geração de energia solar, oferecendo uma maior segurança e aos poucos se mostrando favorável ao incentivo a esse seguimento relativamente novo no Brasil.

O Quadro 3 descreve a radiação solar diária média em quilowatts hora por metro quadrado (KWh/m²), de janeiro a dezembro, com média aritmética diária de 5,83 KWh/m², com mínima de 4,81 KWh/m² em junho e máxima de 6,64 KWh/m² em outubro.

Quadro 3 - Radiação solar diária média em KWh/m²

Estação	Município	UF	País	Latitude[°]	Longitude[°]	Dist.Km
Patos	Patos	PB	BRA	7° S	37,28° O	30,9
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
5,78	5,72	6,03	5,58	5,42	4,81	5,19
Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Délta
6,06	6,19	6,64	6,50	6,03	5,83	1,83

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CRESESB (2017).

O Quadro 4 ilustra o comportamento da radiação solar na região de interesse. Pela localização geográfica de Santa Terezinha-PE estar na fronteira com a Paraíba e ser próximo da cidade de Patos, aproximadamente 47,04 Km, disfruta do “mesmo” fenômeno natural referente à incidência solar observado ao longo dos meses do ano.

Sobre os dados de posição geográfica de Santa Terezinha-PE, tem-se: -7° 27 40.8 de latitude -37° 28 48.7 de longitude (IBGE 2013). O CRESESB disponibiliza a radiação solar anual da cidade de Patos no estado da Paraíba. Estes dados são importantes pois estão diretamente ligados à produtividade e eficiência da placa fotovoltaica na transformação de energia solar em elétrica.

Chama-se atenção aos dados fornecidos pois se trata da radiação plana, sem ajuste técnico das placas. Pelo motivo de o Brasil localizar-se abaixo da linha do Equador, os

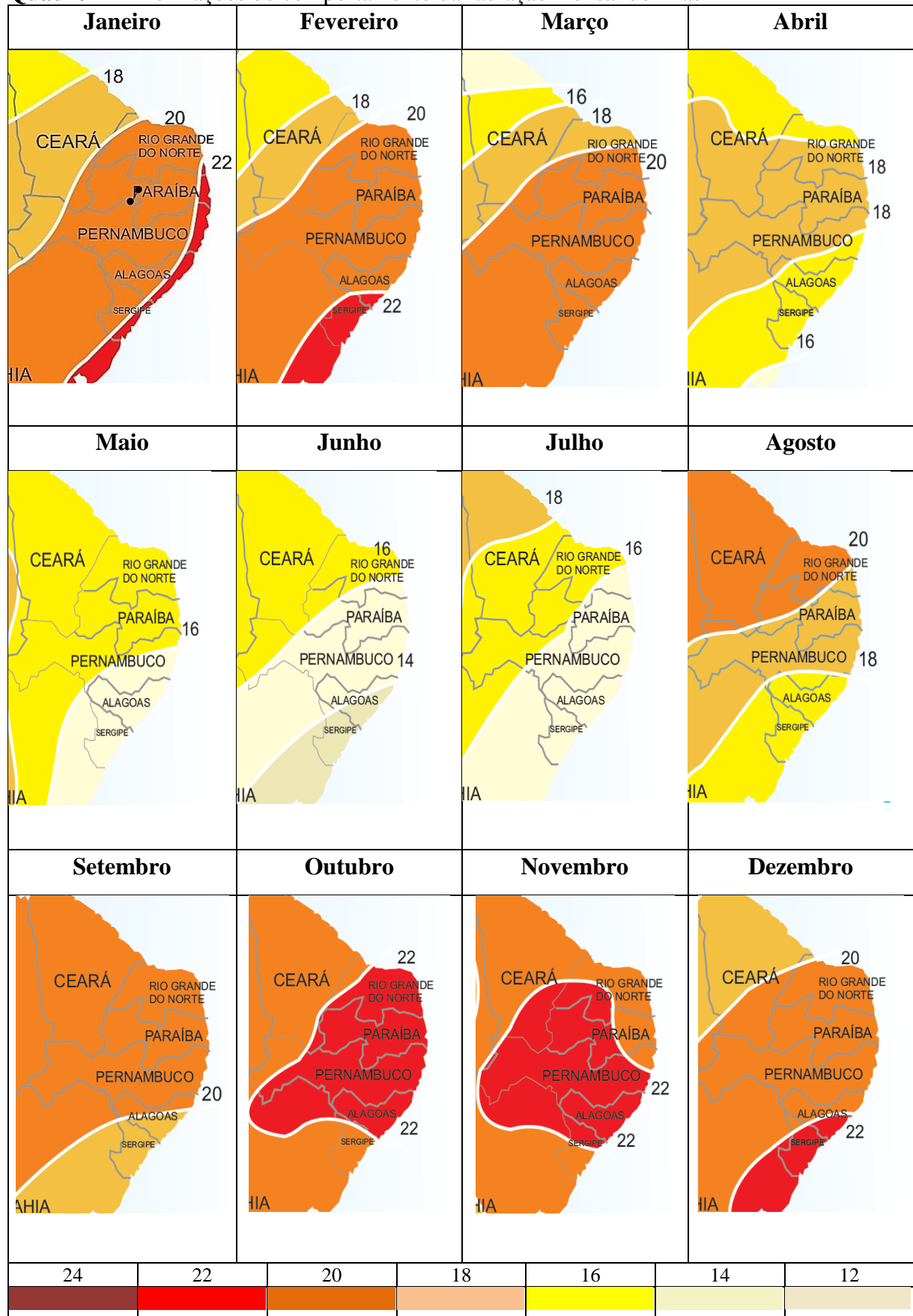
fabricantes orientam que os painéis devem ser direcionados para o norte geográfico com uma inclinação de 10°C, otimizando a captação de luz solar (a depender da região essa medida é passível de mudança).

No Quadro 4, a primeira foto referente a janeiro apresenta dois pontos que sinalizam as cidades consideradas, justificando o uso da radiação solar de uma cidade em outra, pois na verdade se trata da radiação da região que por sua vez abrange outras cidades com igual potencial de geração individual de energia elétrica a partir do sol.

Analisando o fragmento de mapa retirado do Atlas Solarimétrico do Brasil, os meses de janeiro a março apresentam uma radiação solar parecida, destacada pela cor laranja. Os meses seguintes, de abril a agosto, apresentam uma pequena queda representada pelo marrom, com destaque para junho e julho em amarelo como meses com menor incidência solar. De setembro a dezembro verifica-se uma retomada da incidência solar com destaque de máxima, nos meses de outubro e novembro, pela cor vermelha e dezembro apresenta diminuição.

Analisando o Quadro 4 é possível identificar o potencial de geração de energia com fonte solar na região e que a cidade de Santa Terezinha é contemplada com abundância de sol no ano inteiro e, sendo assim, identificando-a com potencial para instalação de um sistema de geração de energia fotovoltaica de compensação atendendo também os requisitos ambientais referentes a responsabilidade prestada as novas gerações.

Os dados dos Quadros 3 e 4 corroboram para o potencial de produção de energia solar da região observada, oferecendo dados que possibilitam a instalação de um sistema que assegure que a residência tem potencial de produzir a energia de seu consumo mostrando a real possibilidade de atender a demanda energética brasileira e a possibilidade de extensão generalizada da microgeração se amplamente utilizada nas residências brasileiras.

Quadro 4 - Informações do comportamento da radiação mensal do Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas Solarimétrico do Brasil (2017).

4.2 COMPONENTES DO SISTEMA

4.2.1 Painel solar

Araújo (2004) discute a célula fotovoltaica como elemento básico do projeto pois transforma a radiação solar em energia elétrica pelo efeito fotovoltaico e é composto da união de várias células, conversores e inversores. Sua fabricação possibilita um possível aumento na produção de energia pelo acréscimo de mais componentes não possuindo partes móveis e de rasa complexidade.

De maneira geral, o painel solar é composto de várias células fotovoltaicas, que por sua vez são formadas principalmente de Silício possibilitando que os fótons, partículas de luz solar, que chegam as células causem o deslocamento de elétrons criando uma corrente contínua (CC), esse fenômeno é o efeito fotovoltaico. Várias dessas células compõem o painel fotovoltaico.

O painel considerado é resultante de pesquisa de preço, onde Minha Casa Solar, site especializado em venda de componentes para sistema fotovoltaico, ofereceu o melhor produto dentro das especificações, preço e qualidade, do projeto com garantia de 25 anos. Os dados técnicos desse componente encontram-se no Quadro 11 no Anexo A.

Não foi possível traçar um preço médio para os componentes do sistema porque verificou-se produtos com qualidade inferior com preços mais elevados. Sendo assim, priorizou-se a garantia do fabricante. Vale destacar ainda que todos os componentes foram selecionados para atender o projeto visando o consumo específico da residência em questão.

4.2.2 Inversor

O inversor é uma ferramenta que possibilita a transformação de CC produzida pelos painéis em corrente alternada (CA), utilizada na alimentação dos aparelhos elétricos da casa. O inversor, *grid-tie*, utilizado para sistemas de geração conectados à rede, foi escolhido visando confiabilidade e eficiência. Também se trata do mais utilizado no mundo com garantia estendida de até 10 anos. Os dados técnicos do produto podem ser consultados no Quadro 12 do Anexo A.

4.2.3 Quadro elétrico geral

O quadro elétrico geral, *Sting box*, oferece maior segurança ao projeto se comportando também como dispersador de possíveis alterações elétricas e protegendo os componentes de CC.

A pesquisa de preços, revelou o produto escolhido como o mais vantajoso por oferecer maior capacidade e menor preço de custo sem ferir o quesito qualidade, suportando até 13 painéis fotovoltaicos possibilitando o aumento de produção de energia futura sem maiores gastos e operando muito abaixo da sua capacidade diminuindo possíveis danos por estresse do equipamento.

4.2.4 Cabos, fios elétricos

Sobre a quantidade de fios utilizada para interligação dos componentes do sistema fotovoltaico, não foi possível encontrar uma quantidade fixa desse material. Por se tratar de um produto sob medida, cada proposta de projeto precisa se moldar as necessidades físicas do local. O mesmo vale para a espessura dos cabos fios elétricos.

Verificou-se uma média de preços: em projeto de um consumo mensal de 170 KWh gasta-se em torno de R\$ 900,00 (novecentos reais) em cabos e fios elétricos.

4.2.5 Suporte metálico

O suporte de instalação se trata de itens metálicos utilizados para fixar as placas fotovoltaicas em locais de maior exposição solar, geralmente no telhado da residência. Também são passíveis de variação de preço de acordo com as necessidades do ambiente em que serão colocadas as placas FV.

4.2.6 Mão de obra

Da mesma forma, a mão de obra não é fixa e sim variável de acordo com o tamanho do projeto. Existe um consenso no preço de mão de obra por volta de 30% (trinta por cento) do valor do projeto, sendo perfeitamente compreensível pois em um projeto pequeno se trabalha menos do que em um projeto grande, incluindo o despacho burocrático junto a concessionária elétrica.

O Quadro 5 abaixo apresenta ilustrações dos itens que compõe o sistema fotovoltaico considerado.

Quadro 5 - Ilustrações dos componentes fotovoltaicos considerados no estudo

Painel fotovoltaico	Inversor	Quadro elétrico
 <p>Fonte: site Minha Casa Solar</p>	 <p>Fonte: site Neo Solar</p>	 <p>Fonte: site Minha Casa Solar</p>
Fios	Suporte metálico	Mão de obra
 <p>Fonte: site NG Elétrica</p>	 <p>Fonte: site Mercado Livre</p>	 <p>Fonte: site SS Solar</p>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2017).

4.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Os dados referentes ao dimensionamento do sistema consideraram o consumo geral em KWh referentes a uma residência, que possui dois cadastros na concessionária de energia.

A parte elétrica da casa foi projetada separadamente. A primeira parte é referente a salas, quartos e banheiros. A segunda é referente a área de serviço e garagem, que foram construídas anos depois. Para cada metade da casa existe seu respectivo relógio medidor, assim o consumo elétrico é cobrado em duas faturas.

O sistema foi projetado para atender o consumo total que é de 172 KWh obtido da soma das duas faturas 141 KWh + 31 KWh. O valor total pago da fatura de energia foi de R\$135,18.

Outro ponto relevante é a taxa de disponibilização do serviço que, por lei, a concessionária cobra para essa modalidade de rede, monofásica uma fase e um neutro, 30 KWh/mês independente do uso de energia. E como a residência conta com duas faturas na modalidade monofásica, será deduzido do consumo 60 KWh/mês do cálculo.

$$\text{Consumo real mensal} = 172 \text{ KWh} - 60 \text{ KWh} = 112 \text{ KWh/mês}$$

Retirando 60 KWh de 172 KWh tem-se um consumo real de 112 KWh/mês. O consumo real diário é encontrado dividindo o consumo real mensal pelo número de dias contidos no mês, (no cálculo foi utilizado o mês comercial).

$$\text{Consumo diário} = 112 \text{ KWh mês} / 30 = 3,73 \text{ KWh/dia}$$

Considerando a média da radiação solar diária na região de 5,83 KWh/m²/dia, observada no Quadro 3, pode-se calcular o arranjo fotovoltaico dividindo o consumo diário pela radiação média diária.

$$\text{Arranjo fotovoltaico} = 3,73 \text{ KWh} / 5,83 = 0,640 \text{ Wp}$$

A quantidade de placas é mensurada dividindo a potência máxima pelo valor do arranjo.

$$\text{Quantidade de placas} = 0,640 / 265 \text{ Wp} = 2,41 \text{ placas}$$

Como a placa não é fracionável, serão utilizadas 3 unidades.

A potência total da placa é obtida multiplicando a tensão pico (Quadro 11, Anexo A) pela quantidade de painéis.

$$\text{Potência máxima das placas} = 265 \times 3 = 795 \text{ Wp}$$

Por fim, a área de ocupação do telhado é encontrada multiplicando o dimensionamento unitário da placa pelo total que será utilizado no sistema.

$$\text{Área m}^2 = 1,640 \times 0,992 \times 3 = 4,8806 \text{ m}^2$$

O Quadro 6 mostra um resumo desses cálculos.

Quadro 6 - Dimensionamento de um sistema fotovoltaico

Dimensionamento	Cálculo
Consumo (KWh)	$141 + 31 = 172$
Valor pago (R\$)	$109,68 + 25,52 = 135,20$
Custo de disponibilidade Monofásico	$-30 \text{ KWh} / \text{mês} \times 2 = -60 \text{ KWh} / \text{mês}$
Consumo real mensal	$172 - 60 = 112 \text{ KWh} / \text{mês}$
Consumo real diário	$112 / 30 = 3,73 \text{ KWh} / \text{dia}$
Radiação solar média em plano horizontal	$5,83 \text{ KWh} / \text{m}^2 / \text{dia}$
Arranjo fotovoltaico	$3,73 / 5,83 = 0,640 \text{ Wp}$
Placa FV de 265 KWp	$0,640 / 265 = 2,41 \text{ aprox. } 3$
Potência da placa	29,1 a
Potência da placa total	$29,1 \times 3 = 87,3 \text{ a}$
Potência máxima (placas)	$3 \times 265 = 795 \text{ Wp}$
Área ocupada pelas placas m ²	$1,640 \times 0,992 \times 3 = 4,8806 \text{ m}^2$

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do cálculo de dimensionamento do sistema (2017).

4.4 PAYBACK DESCONTADO, VPL E TIR

O Quadro 7 especifica o preço de cada componente do sistema fotovoltaico e a despesa total de R\$ 11.077,99 (onze mil, setenta e sete reais e noventa e nove centavos), correspondendo a uma estimativa do custo do sistema.

Quadro 7 - Preços dos componentes e preço total do sistema FV considerado

Produto	Valor (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Painel solar	525,45	3	1.576,35
Inversor	4.717,44	1	4.717,44
Quadro elétrico FV	1.238,40	1	1.238,40
Cabos e fios	900,00	1	900,00
Fixador metálico	14,89	6	89,34
Mão de obra	2.556,46	1	2.556,46
Soma			11.077,99

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa de mercado realizada (2017).

A taxa de remuneração do capital considerada será de 9,71% ao ano (a.a.), referente a um Fundo de Investimento oferecido pelo Banco do Brasil. No entanto, o banco cobra 2,5% a.a. de taxa de manutenção. Vale salientar que a escolha dessa taxa de remuneração, assim como do banco, teve como critério a maior procura por esse fundo de investimento.

O Conselho Monetário Nacional estimou uma previsão de 4,5% de inflação a.a. dando uma margem de rentabilidade real de 2,71% a.a. Essa taxa também será utilizada no payback descontado.

O Quadro 8 traz informações do comportamento do payback descontado ao longo do tempo oferecendo uma percepção do comportamento do investimento e de sua liquidação que ocorreria em 7 anos, 7 meses e 25 dias.

O desembolso inicial é o resultado da soma das despesas com os componentes do sistema (FV) discriminados no Quadro 5. Assim, o investimento inicial é de R\$ 11.077,99 no ano 0 (zero) e os R\$ 1.622,40 correspondem ao somatório das parcelas pagas em um ano à concessionária de energia.

No ano 0 (zero), então, verifica-se o investimento de R\$ (11.077,99) e um saldo devedor de mesmo valor. O ano 1 apresenta um fluxo de caixa de R\$ 1.622,40 que será abatido do investimento gerando um novo valor, o saldo de R\$ (9.489,40) e um lucro presente obtido pelo cálculo do valor presente de R\$ 1.579,59.

À medida que os anos passam, percebe-se uma redução no saldo devedor até sua total liquidação em 7 anos, 7 meses e 25 dias, quando se mostra superavitário sinalizando o retorno do capital investido e um superávit de R\$ 451,40 observados no ano 8.

O lucro nominal se mantém por se tratar de parcelas fixas anuais que remuneram o sistema e o lucro presente apresenta uma queda observada a cada ano por ser calculado ano a ano e a diminuição do saldo negativo impacta em seu resultado.

Foi verificada através desse cálculo a viabilidade econômica de se investir no sistema fotovoltaico de compensação por considerar o rápido retorno do capital investido e o tempo de uso do sistema (25 anos) ser muito superior ao tempo de retorno confirmando sua viabilidade econômica.

Para descapitalizar cada período, utiliza-se a fórmula abaixo:

$$x = \frac{FC}{1 + i^n}$$

Onde:

x = ao valor descapitalizado

FC = Fluxo de Caixa

i = taxa

n = período de tempo

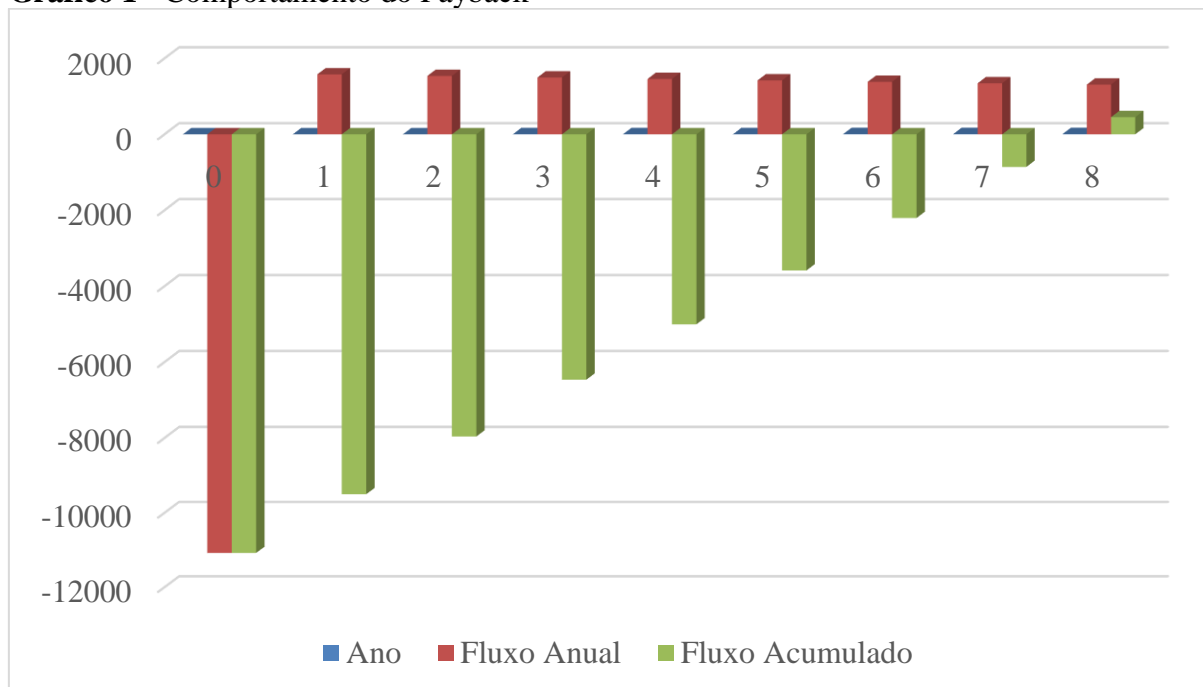
Quadro 8 - Demonstração do payback em anos (R\$)

Ano	Fluxo Anual	Fluxo Acumulado
0	-11.077,99	- 11.077,99
1	1.579,59	- 9.498,40
2	1.537,92	- 7.960,48
3	1.497,34	- 6.463,14
4	1.457,83	- 5.005,31
5	1.419,37	- 3.585,95
6	1.381,92	- 2.204,03
7	1.345,45	- 858,58
8	1.309,95	451,38

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados do payback (2017).

O Gráfico 1 ilustra o comportamento do payback. O retorno do capital investido é indicado na cor verde, a cor azul indica os anos e o marrom, o fluxo de caixa anual.

Gráfico 1 - Comportamento do Payback



Fonte: Elaboração própria a partir de resultados do payback (2017).

Complementando o Payback, o Quadro 9 apresenta o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) positivos.

Quadro 9 - Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno

	Fórmulas pelo Excel	Resultados
VPL (R\$)	=VPL(TMA;ano1;ano7)+desembolso	451,40
TIR	=TIR(valores;[estimativa])	4%

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa (2017).

A partir do ano 8, utilizando a Taxa Mínima de Atratividade real (TMA) de 2,71% ao ano, observa-se um valor positivo de R\$ 451,40, evidenciando que se todas as entradas (R\$ 1.622,40 **anuais** que estão deixando de ser pagos à concessionária de energia) forem descapitalizadas para a data inicial utilizando a TMA, ocorrerá um “reembolso” do capital investido, gerando um adicional de R\$ 451,40, no final do ano 8, saldo superavitário verificado também pelo VPL (Quadro 9).

A TIR apresentou valor de 4% ao ano, superior à TMA utilizada para remuneração do capital, complementando a viabilidade do investimento.

4.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PAYBACK

O Payback descontado consiste num método que permite mensurar o tempo de retorno dos recursos investidos. Inicialmente, possibilita uma noção clara dos “fluxos de caixa” existentes disponibilizando informações pertinentes referentes ao tempo de retorno dos recursos e remuneração do desembolso que devem ser alocados antes da concretização do sistema.

Para redução de possíveis problemas, as discussões são pautadas nas garantias dos produtos. No entanto, o (Portal Solstício Energia) diz que um sistema bem dimensionado e cuidados pode exceder o tempo previsto de uso como é o caso do sistema solar do Energielabor em Oldenburg na Alemanha tido como o mais antigo operante com mais de 30 anos de funcionamento.

Tendo como base o projeto abordado, verificou-se a viabilidade econômica do mesmo exposta pelo Payback descontado e discriminado no Quadro 8. O tempo de retorno do capital é de 7 anos, 7 meses e 25 dias e o tempo de uso dos componentes podem ser verificados na garantia dada pelo fabricante, como é o caso da placa FV com garantia de 25 (vinte e cinco) anos de uso, que constrói *per se* argumentos a favor do projeto.

O valor mensurado pelo cálculo se mostrou consistente. Observando-se a Figura 1 no Anexo B, verifica-se um valor ligeiramente inferior ao valor estimado pela empresa Neo Solar referente aos custos de instalação do sistema fotovoltaico de compensação. O valor obtido no Payback foi ligeiramente inferior ao observado na Figura 1 devido ao cuidado na realização da pesquisa de preços em procurar os melhores itens ao menor custo gerando assim uma economia geral no fim do processo Anexo C.

4.6 OFERTAS BANCÁRIAS DE FINANCIAMENTO

O financiamento desse tipo de empreendimento se mostra de extrema importância para o amplo acesso à microgeração por meio de linhas de crédito direcionadas a geração de energia com sustentabilidade ambiental.

Justamente com o objetivo de tornar a GD fotovoltaica mais acessível e atender um mercado novo que algumas instituições financeiras apresentam financiamentos para esse seguimento. A seguir são citados alguns dos possíveis investimentos que abarcam o seguimento fotovoltaico.

O Banco Santander desenvolveu uma linha de financiamento que incentiva o desenvolvimento de energia FV. Esse crédito funciona desde 2003 e abrange tanto pessoa física quanto jurídica. Também tem linhas de crédito específicas para eficiência energética.

Entre as intituladas pelo banco “linhas de financiamento para sustentabilidade” encontram-se:

- a) CDC Eficiência Energética de Equipamentos - financia a compra de serviços e equipamentos do sistema FV inclusive de sistemas térmicos solares;
- b) CDC Processos Mais Limpos - crédito para diminuição de impactos causados pelas empresas como financiamento de sistemas de reutilização de água, reciclagem e diminuição de gases poluentes.

A Caixa Econômica Federal também disponibiliza entre seus produtos financeiros uma linha de crédito para financiamento de componentes fotovoltaicos e aerogeradores financiáveis através do Construcard, que antes era uma linha de crédito específica para materiais de construção.

O Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), por meio do programa chamado Fundo Clima – Energias renováveis, desenvolve o apoio a investimentos de caráter renovável com custo financeiro de 5,3% ao ano, estando incluso custo financeiro de 1%, taxa do BNDES de 1,3% e taxa do agente financeiro de 3% para micro, pequena e médias empresas.

O Banco do Nordeste conta com uma linha de crédito chamada FNESOL para financiar micro e minigeração fotovoltaica, eólica e biomassa. Essa linha de crédito é mais específica para pessoas jurídicas, produtores rurais, cooperativas e associações. Os prazos chegam a 12 anos com possibilidade de um ano de carência.

A linha de crédito “Desenvolve SP”, entre outros projetos sustentáveis que veicula a diminuição da emissão de gases tóxicos, proporciona financiamento de sistema FV oferecendo

prazo limite de 120 meses e carência de 2 anos com taxas a partir de 0,53% ao mês com possibilidade de financiamento integral dos itens.

O Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) do Governo Federal oferece linha de crédito para famílias e produtores rurais através do programa Linha Mais Alimentos, para pequenos agricultores, com taxas de juros que variam entre 2,5% a 5,5% ao ano, entre outros programas.

O Quadro 10 resume as linhas de crédito públicas e privadas para pessoas físicas e jurídicas comentadas nesta seção.

Quadro 10 - Empresas ofertantes e linhas de crédito para geração fotovoltaica

Empresa	Linha de crédito
BNDES	Fundo Clima
Caixa Econômica Federal	Construcard
Santander	Financiamento para Sustentabilidade
Banco do Nordeste	FNE Sol
Agencia de Desenvolvimento Paulista	Desenvolve SP
Governo Federal – Pronaf	Linha Mais Alimentos

Fonte. Elaboração própria a partir de dados da ENEL (2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de energia fotovoltaica se mostra promissora trazendo a promessa de um novo mercado de trabalho técnico especializado em instalação, limpeza e soluções burocráticas para áreas correlatas como produção e comercialização dos componentes internamente com mais competitividade, com crescimento de 300% no último ano e presença de um cenário promissor, segundo Brasil (2017).

A região estudada se mostrou de fato abundante no quesito radiação solar, apresentando-se como forte candidata para o desenvolvimento de projetos fotovoltaicos.

Ainda, se observou um baixo custo de manutenção que consiste basicamente em limpeza das placas solares para preservar a eficiência da captação da luz solar, informações essas observadas ao longo da pesquisa. Ressalte-se que por se tratar de um seguimento relativamente novo no Brasil, alguns dados são de difícil acesso na literatura.

Os componentes do sistema FV estão mais acessíveis legalmente e financeiramente à medida que a legislação brasileira se mostra interessada no desenvolvimento de novos projetos de geração de energia por captação solar sob forma de leis que regulam o setor e também sob formas de financiamento específicas.

Na medida em que aumentam os incentivos legais, mais pessoas se interessam em adquirir esse sistema ocasionando também redução dos preços dos componentes, justificando o crescimento exposto por Brasil (2017).

Outro ponto relevante é que o sistema proporciona um novo uso para a propriedade durante o período de produção de energia limpa proporcionando benefícios ao meio ambiente e contribuindo para a redução da demanda por energia elétrica. Se difundido em grandes proporções, o projeto gera externalidades positivas para o ecossistema e para as pessoas por meio de redução da agressão ambiental e também do preço do KW/h utilizado.

Outro ponto relevante é o baixo impacto ambiental no aumento da oferta de energia dando à produção de energia FV um caráter limpo e sem produção de ruídos. Ao trazer possibilidade de diminuição do preço da energia para quem a produz, também beneficia de forma indireta os não produtores na queda do preço da energia se utilizado em larga escala.

Por fim, foi verificada a viabilidade do sistema fotovoltaico residencial de compensação para a residência localizada na cidade de Santa Terezinha-PE baseada nos dados da radiação solar na região e no cálculo do Payback descontado. O sistema apresentou retorno de capital 7 anos, 7 meses e 25 dias, muito inferior ao tempo de uso do sistema.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Cássio do Nascimento. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. 21f. Monografia (Graduação em Engenharia) – Universidade Federal de Lavras, 2004. Disponível em: <http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.
- ASSAF, Alexandre Assaf. **Finanças corporativas e valor**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- BRASIL. Decreto-lei nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 2004. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm>. Acesso em: 08 nov. 2017.
- BRASIL. Projeto-lei nº 8.322, de 19 de dezembro de 2014. Isenta do imposto sobre importação os equipamentos e componentes de geração elétrica de fonte solar.. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2014. Seção 1, p. 2. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=92360801A47CA85C9A5272331B30AE34.proposicoesWebExterno1?codteor=1295272&filename=PL+8322/2014>. Acesso em: 09 dez. 2017.
- BRASIL. ANEEL. Resolução ANEEL nº 482 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, ANEEL, Brasília, DF, 19 mar. 2012. Seção 1, p. 53. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- BRASIL. ANEEL. Resolução ANEEL nº 687 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – Prodist. **Diário Oficial da União**, ANEEL, Brasília, DF, 02 dez. 2015. Seção 1, p. 45. Disponível em: <http://www.lex.com.br/legis_27047031_RESOLUCAO_NORMATIVA_N_687_DE_24_DE_NOVEMBRO_DE_2015.aspx>. Acesso em: 05 mar. 2017.
- BRASIL, C. I. Agência Brasil. **Notícias**. Economia. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-07/energia-solar-fotovoltaica-pode-crescer-mais-de-300-ate-o-fim-do-ano-diz>> Acesso em: 03 nov. 2017.
- BREHM, Marcos Alfred. **Geração de energia elétrica fotovoltaica distribuída por pequenos consumidores domésticos no Paraná**: potencialidades e aspectos sócio-ambientais. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/37198>>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- CABRAL, I. S.; TORRES, A. C.; SENNA, P. R. Energia solar – análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 4. 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, 2013. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

CABRAL, I.; VIEIRA, R.; Viabilidade econômica x viabilidade ambiental do uso de energia fotovoltaica no caso brasileiro: uma abordagem no período recente. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 11.2012, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/X-003.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **Potencial Solar**, 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 13 maio 2017.

D'AVIGNON, Alexandre. Energia, inovação tecnológica e mudanças climáticas. In: MAY H, Peter (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 10.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Cidades**, 2013. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?lang=&codmun=261280&search=pernambuco%7Csanta-terezinha%7Cinfograficos:-historico>>. Acesso em 07 abr.2017.

INATOMI, Thais Aya Hassan; UDAETA, Miguel Edgar Moraes. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. 2007. 14f.(pesquisa da CAPES das Engenharias Civil e Elétrica) – Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI_TAH_IIMPACTOS_AMBIENTAIS.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2017.

JARDIM, Carolina da Silva. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno**. 2007. 166f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90237/244870.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

LOSSIO, Bruno Rodrigues Martins. **Diagnóstico de um dado Sistema Fotovoltaico aplicado à região do Lago Sul - DF considerando os aspectos técnicos, econômicos e de políticas públicas**. 2015. 85f. Monografia (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade de Brasília, Faculdade da Gama, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.bdm.unb.br/handle/10483/11569>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MORAES, Daniel Corrente. **A geração de energia elétrica de forma distribuída na concretização da sustentabilidade econômica e social**. 2013. 74f. Monografia (Graduação em Direito) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/1675>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MARTINS, Vanderlei Afonso. **Análise do potencial de políticas públicas na viabilidade de geração distribuída no Brasil**. 20015. 110f. Pós-Graduação (Graduação em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/afonso.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NAKABAYASHI, Renno. **Microgeração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em:
<http://www.iee.usp.br/lfs/sites/default/files/Dissertacao_Renno_vfinal.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

RECIFE (Estado). Universidade Federal de Pernambuco. **Atlas Solarimétrico do Brasil**. Recife, 2000. Disponível em:
<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acesso em 27 jul. 2017.

AGENCIA DE DESENVOLVIMENTO PAULISTA. Desenvolve SP. Disponível em:
<<http://www.desenvolvesp.com.br/empresas/opcoes-de-credito/projetos-sustentaveis/linha-economia-verde/>> Acesso em: 25 out. 2017.

AMERICANAS. Inversor fronius. Disponível em:
<https://www.americanas.com.br/produto/25527420/inversor-fronius-centrium-energy-4210069-primo-3.0-1?WT.srch=1&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=Cj0KCQjw4eXPBRCTARIsADvOjY1UO-J1yiwpIYU6I1PUsRjaM26r1ALztmUcpan1uVq_kuQ2DrivL3QaAiU8EALw_wcB&opn=YSMESP&sellerId=5079735000176>. Acesso em: 03 nov. 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas**. Perdas de energia. Disponível em:
<http://www.aneel.gov.br/metodologia-distribuicao/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/perdas/654800?inheritRedirect=false> Acesso em: 06 dez. 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Meta de inflação. Disponível em:
<<https://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/busca/INFLA%C3%87%C3%83O%202017>> Acesso em: 10 ago. 2017.

BANCO DO BRASIL. Rentabilidade dos fundos de investimentos. Disponível em: <<http://www37.bb.com.br/portalbb/tabelaRentabilidade/rentabilidade/gfi7,802,9085,9089,1.bb>> Acesso em: 10 ago. 2017.

BANCO DO NORDESTE. FNE SOL. Disponível em:
<https://www.bnb.gov.br/programas_fne/programa-de-financiamento-a-micro-e-a-minigeracao-distribuida-de-energia-eletrica-fne-sol> Acesso em: 25 out. 2017.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Fundo clima. Disponível em:
<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima-energias-renovaveis>> Acesso em: 25 OUT. 2017.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. CONSTRUCARD. Disponível em:
<<http://www.caixa.gov.br/voce/cartoes/casa/construcard/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 25 out. 2017.

ENEL. Conheça 6 linhas de financiamento para energia solar. Disponível em: <<http://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/11/conheca-linhas-financiamento-sistema-solar/>> Acesso em: 25 out. 2017.

ESTRUTURAR ENGENHARIA ELÉTRICA. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado. Disponível em: <<http://estruturarengenhariaeletricaui.blogspot.com.br/2015/04/dimensionamento-de-um-sistema.html>> Acesso em: 25 out. 2017.

MICROSOFT. Suporte. Disponível em: <<https://support.office.com/pt-br/article/VPL-Fun%C3%A7%C3%A3o-VPL-8672cb67-2576-4d07-b67b-ac28acf2a568?NS=EXCEL&Version=16&SysLcid=1046&UiLcid=1046&AppVer=ZXL160&HelpId=xlmain11.chm60059&ui=pt-BR&rs=pt-BR&ad=BR>> Acesso em: 15 nov. 2017.

MINHA CASA SOLAR. Painel solar 265 Seraphim. Disponível em: <<file:///D:/TCC%20solar/novo/Painel%20Solar%20265W%20Seraphim%20Solar%20-%20SRP-6PB%20-%20Minha%20Casa%20Solar.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MINHA CASA SOLAR. Quadro elétrico fotovoltaico 16A 660W. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/stringbox-abb-quadr-eletrico-1-string-ip40-16a-660v.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MERCADOLIVRE. Estrutura painel solar. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-870066378-estrutura-painel-solar-romagnole-centrium-energy-410636-f-_JM>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MERCADO LIVRE. Estrutura painéis solares. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-757528919-estrutura-suporte-4-paineis-solares-telha-cermica-cimento-_JM>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MERCADO LIVRE. Estruturas painéis solares. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-826898562-suporte-painel-placa-solar-55w-_JM>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MERCADO LIVRE. Painel fotovoltaico. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-875386651-promoco-painel-placa-solar-250260265wp-frete-gratis-_JM>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MERCADO LIVRE. Suporte painel solar solares. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-757525920-estruturas-suporte-p-4-paineis-solares-telha-ondulada-zinco-_JM>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NEO SOLAR. Inversor fotovoltaico. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/inversor-fronius-galvo-1-5-1.html>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NEOSOLAR. Inversor Fronius Glavo 1.5-1 1500W. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/inversor-fronius-galvo-1-5-1.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

NEO SOLAR. Painel fotovoltaico. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-265wp-canadian-csi-cs6p-265p.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NEO SOLAR. Painel fotovoltaico. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-270wp-canadian-csi-cs6k-270wp.html>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NEO SOLAR. Quadro elétrico fotovoltaico. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/stringbox-abb-quadr-eletrico-2-string-ip65-25a-1000v.html>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

NGELETRICA. Fios e cabos. Disponível em: <<http://www.ngeletrica.com.br/fios-cabos/cores-identificando-cabos>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

PRONAF. Mais alimentos. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/pronaf-financia-sistema-de-energia-solar>> Acesso em: 25 out. 2017.

REZENDE, Bruna Baumgarten. **O mercado de crédito de carbono como incentivo a um modelo energético e climático sustentável**. 2008. 100f. Monografia (Graduação em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/122523>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

SANTANDER. Linha de financiamentos para sustentabilidade. Disponível em: <<https://sustentabilidade.santander.com.br/pt/produtos-e-servicos/paginas/santander-financiamentos.aspx>> Acesso em: 25 out. 2017.

SILVA, Rutelly Marques. **Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Acesso em: 08 fev. 2017.

SOLSTICIOENERGIA. Energielabor: laboratório pioneiro em energia solar fotovoltaica. Disponível em: <<https://www.solsticioenergia.com/2017/04/04/energielabor-sistema-antigo/>>. Acesso em: 28 set. 2017.

SS SOLAR. Em busca de um futuro mais limpo. Disponível em: <<http://www.sssolar.com.br/Noticias/detail/200-em-busca-de-um-futuro-mais-limpo>>. Acesso em: 23 set. 2017.

SUBMARINO. Inversor fotovoltaico. Disponível em: <https://www.submarino.com.br/produto/14954475/inversor-fronius-centrium-energy-4210069-primo-3.0-1-potencia-3-00kw-bifasico-220v?WT.srch=1&epar=bp_pl_00_go_g35219&gclid=Cj0KCQjw4eXPBRCTARIsADvOjY0PWGmO5ugJnY63zGiZgrG654O-KK9oLnGljwNLgs5hr96patEEexAMaAqtqEALw_wcB&opn=XMLGOOGLE&sellerId=10629688000127>. Acesso em: 03 nov. 2017.

TRIGOSO, F. M; QUAGLIA, R. B; MORAES, A. M. Plataforma da geração distribuída no Brasil baseada no uso da tecnologia fotovoltaica. In: **Revista Brasileira de Energia Solar**, 1. 2010, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157/155>>. Acesso em: 08 mar. 2017.

ANEXO A – DADOS TÉCNICOS DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Quadro 11 - Dados técnicos dos painéis FV

Painel solar 265 Seraphim solar SRP PB	Condições padrões de teste (CPT)
Potência máxima	265 Wp
Tolerância	0 a + 5%
Tensão em circuito aberto	38,3 V
Tensão de pico	29,1 V
Corrente curto-circuito	7,14 A
Corrente de pico	6,74 A
Voltagem máxima do sistema	1000 V
Tipo de célula	Silício policristalino
Dimensões do painel	1640 x 992 x 40 (mm)
Moldura	Alumínio
Peso	19 Kg

Fonte: Elaboração própria a partir de dados técnicos fornecidos pela Neo Solar (2017).

Quadro 12 - Dados técnicos do Inversor (continua)

Entrada Inversor Fronius Galvo	(CPT)
Potência máxima de entrada	1600W
Voltagem máxima de entrada	420vcc
Faixa de voltagem do MPP	120 Vcc a 335 Vcc
Voltagem mínima de entrada	120 Vcc
Voltagem para iniciação	140 Vcc
Corrente máxima de entrada	13,3 A
Saída	
Potência nominal de saída	1500 W
Voltagem de saída (faixa)	180 Vca a 270 Vca
Frequência de saída	60 Hz
Corrente máxima de saída	7,2 A

Quadro 12 - Dados técnicos do Inversor (conclusão)

Entrada Inversor Fronius Galvo	(CPT)
Outras características	
Eficiência máxima	95,9%
Consumo interno (noite)	< 1 W
Temperatura de operação	- 25°C a + 50°C
Frequência de saída	60 Hz
Especificações mecânicas	
Dimensões	645 x 431 x 204
Peso	16,4 Kg

Fonte: Elaboração própria a partir de dados técnicos fornecidos pela Neo Solar (2017).

Quadro 13 - Dados técnicos do quadro elétrico

Características (quadro elétrico)	
Suporta até	1 sting de 12 painéis FV
Caixa	IP 40 instalação interna
Equipamentos	Montados em trilho DIM
Chave seccionadora	16 A e 660V

Fonte: Elaboração própria a partir de dados técnicos fornecidos pela Minha Casa Solar (2017).

ANEXO B – DIMENSIONAMENTO NEO SOLAR

Figura 1 – Ficha Técnica do sistema on-gread dimensionada pela Neo Solar



Fonte: Neo Solar (2017).

ANEXO C – PESQUISA DE MERCADO

Quadro 14 - Resultados da pesquisa de mercado

Empresas	Produtos	Marca	Preços/Un. (R\$)
Neo solar	Painel solar	Seraphim	525,45
Neo solar	Painel solar	Canadian	599,00
Neo solar	Painel solar	Canadian	623,85
Mercado livre	Painel solar	Seraphim	699,90
Neo solar	Inversor	Fronius	4.717,44
Neo solar	Inversor	Fronius	4.914,00
Submarino	Inversor	Fronius	6.819,61
Americanas	Inversor	Fronius	6.954,60
Minha casa Solar	Quadro elétrico	Stringbox	1.238,40
Neo Solar	Quadro elétrico	Stringbox	1.490,00
Neo Solar	Quadro elétrico	Stringbox	2.049,00
Mercado livre	Fixadores de metal	Desconhecida	89,34
Mercado livre	Fixadores de metal	Desconhecida	569,90
Mercado livre	Fixadores de metal	Desconhecida	119,00
Mercado livre	Fixadores de metal	Desconhecida	459,00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do site das empresas citadas no quadro (2017).